

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 10 280 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 04 L 29/06  
H 04 L 12/413  
H 04 L 12/52  
H 04 Q 9/00  
H 02 J 13/00

21 Aktenzeichen: 195 10 280.0  
22 Anmeldetag: 21. 3. 95  
43 Offenlegungstag: 28. 9. 95

DE 195 10 280 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
21.03.94 AU 4576

71 Anmelder:  
Gerard Industries Pty Ltd., 81479 Bowden,  
Südaustralien/South Australia, AU

74 Vertreter:  
Weber & Heim Patentanwälte, 81479 München

72 Erfinder:  
Terrace, Donald Murray, Bowden,  
Südaustralien/South Australia, AU

54 Austauschprotokoll für digitale Daten

57 Die Erfindung betrifft ein Austauschprotokoll für digitale Daten zur Verwendung in einem Kommunikationsnetzwerk im Paketbetrieb zur Verbindung zwischen zwei oder mehr Steuereinrichtungen, wobei ein CSMA/CD-Datenpaketbetrieb-Protokoll (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) verwendet wird, welches einen zusätzlichen Datenübertragungsblock aufweist, welcher ausgelegt ist, einen Zeitmultiplex-Kommunikations-Zeitabschnitt zu starten, in welchem der Status einer jeden Steuereinrichtung zu jeder anderen, im Netzwerk verbundenen Steuereinrichtung übermittelbar ist.

DE 195 10 280 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 039/645

8/32

Die Erfindung betrifft elektrische Verwaltungs- oder Management-Systeme für Haushalte und Gebäude und insbesondere ein für solche Systeme geeignetes Kommunikations-Protokoll.

Ein typisches elektrisches Steuer- oder Kontrollsystem für Haushalts- und Gebäudeinstallationen umfaßt eine Anzahl von Einrichtungen, welche für Steuerschalter, Steckdosen, elektrische Lasten verschiedener Arten, wie z. B. Beleuchtung, Heizung, Kühlung, für verschiedene Einrichtungen mit Motorantrieb, und für Schutzeinrichtungen, wie z. B. Unterbrecher für Miniaturstromkreise, Rest- oder Fehlstromunterbrecher, Sicherungen usw. entworfen sind. Ein Steuersystem in solch einer Installation umfaßt ein oder mehrere Sende-Empfangs-Einrichtungen niedrigen Energiebedarfs, welche einem oder mehreren der oben erwähnten elektrischen Elemente zugeordnet sind, wobei die Sende-Empfänger typischerweise über ein Kommunikationsmedium parallel verbunden sind.

Wegen der Einfachheit und der Kosten umfaßt das Kommunikationsmedium typischerweise eine Zweidraht-Energie- und Datagramm- bzw. Signal-Einrichtung. Die Zweidraht-Einrichtung kann mit einer abgeschirmten oder mit einer nicht-abgeschirmten verdrehten Doppelleitung ausgestattet sein. Es können verschiedene Topologien, wie z. B. die eines Busses, eines Sterns, eines Rings, eines Gitters, und/oder einer Mischung obiger Topologien, mit diesem Medium verwendet werden.

Jede Einrichtung im Netzwerk umfaßt einen Sende-Empfänger zum Empfangen und zum Senden von Datensignalen, eine Computer-Einrichtung, um Daten aus eigenem Antrieb in Abhängigkeit von darin gespeicherten Programmen zu empfangen und zu senden, eine Speichereinrichtung, um verschiedene Daten, z. B. den Status anderer Einrichtungen im Netzwerk, aufrechtzuerhalten, und eine Steuerkreis-Einrichtung zur Steuerung damit verbundener elektrischer Geräte, wie z. B. Beleuchtung, Schalter oder Lasten.

Jedes Gerät im Netzwerk ist ausgelegt und angeordnet, Datensignale über das Zweidraht-Medium auszutauschen. Durch Verbindung der verschiedenen Einrichtungen ist es möglich, die verschiedenen, jeder Einrichtung zugeordneten Geräte zu steuern und zu verwalten, wobei jedes von den anderen unabhängig gesteuert wird.

Der Austausch von Informationen zwischen den Einrichtungen ist ein wesentliches Element bei der Steuerung der Einrichtungen im Netzwerk, und der Austausch von Information in digitaler Form ist dabei typisch. Digitale Signale können ausgebildet werden, um Informationsaustauschfehler zu minimieren, was in sicherheitskritischen Umgebungen wesentlich ist. Das Kommunikationsmedium weist jedoch eine inhärente obere Bandbreite für die Menge digitaler Information auf, welche es zu jeder Zeit befördern kann. Deshalb gibt es eine Anzahl digitaler Übertragungsmethoden, welche zur bestmöglichen Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Bandbreite des Mediums zwischen den zahlreichen und verschiedenen Typen über das Netzwerk verteilter Einrichtungen verwendet werden können. Die Fähigkeit des Kommunikationsmediums, digitale Information zu allen Einrichtungen zu übermitteln, kann ebenso durch seine Gesamtlänge eingeschränkt sein, weil die Übertragungszeit digitaler Signale von am weitesten voneinander entfernter Einrichtungen die zu-

gelassene Zeitspanne, in welcher digitale Signale sich zeitlich nicht überlagern, überschreitet.

Ein als Zeitmultiplex-Methode bekanntes und TDM genanntes Verfahren gestattet jeder Einrichtung, sich in einer Reihum-Methode abzuwechseln, wobei jede Einrichtung regelmäßig die gesamte Datenaustausch-Bandbreite für eine vorbestimmte Zeitspanne erhält. Bei der Verwendung dieses Verfahrens ist die Übertragungszeit unter den Einrichtungen eindeutig segmentiert und jedes Zeitsegment trägt von nur einer einzigen Einrichtung innerhalb des Netzwerkes ausgesandte Daten. Während dieser Zeit können alle anderen Einrichtungen des Netzwerkes die von der sendenden Einrichtung zur Verfügung gestellten Daten lesen. Ein TDM-Verfahren benötigt die Zuteilung eines eindeutigen Zeitkanals zu jeder existierenden und/oder zukünftigen Einrichtung, und der Anfang und das Ende eines jeden Zeitkanals sind zu einem im Netzwerk lokalisierten Haupttaktgeber synchronisiert.

Alle Einrichtungen tragen nacheinander einen vorbestimmten Anteil digitaler Information bei, bis jede Einrichtung all ihre Daten gesendet hat. Diese Vorgehensweise ist vorteilhaft und insbesondere effizient, falls ein häufiges Aktualisieren der Daten entweder durch eine zentrale Steuereinheit oder durch jede Einrichtung selbst gefordert wird. In einem Netzwerk, in dem es erforderlich ist, daß jede Einrichtung die Betriebsart oder die Betriebsbedingung anderer Einrichtungen in dem Netzwerk kennt, bietet TDM (Time Division Multiplexing) eine Einrichtung zum geordneten Austausch von Information. Diese Anordnung ist jedoch sehr inflexibel und kann die Menge und manchmal auch die Komplexität der von jeder Einrichtung übermittelten Daten beschränken.

Eine Beschränkung des TDM-Verfahrens ist, daß jeder Zeitkanal von allen kommunizierenden Einrichtungen unzweideutig interpretiert werden muß. Ein zentraler, synchronisierender Taktgeber kann jeden Zeitabschnitt der Datenaustausch-Übertragung einleiten, aber aus Signalausbreitungsverzögerungen entlang des Netzwerkes resultierende, verzögerte digitale Daten werden zum Verlust oder zur Verfälschung der Daten führen. Die empfangende Einrichtung wird nicht einfach bestimmen können, welche Bits der Daten von welchen Datensätzen stammen, und so können keine Daten vom Empfänger sicher entgegengenommen werden. Aus diesem Grunde ist TDM für lange oder verlängerte Netzwerkdistanzen nicht ideal.

Ein weiteres Kommunikations-Verfahren für digitale Daten in solchen Netzwerken ist ein Verfahren zum Schutz davor, daß mehrere Sende-Einrichtungen in einem Netz gleichzeitig senden, wobei dieses Verfahren CSMA/CD-Verfahren (Carrier-Sense Multiple Access/ Collision Detection) genannt wird und gewöhnlich immer dann verwendet wird, wenn Daten zu einer von vielen, weit über ein großes Netzwerk verteilten Einrichtungen übermittelt werden müssen. Eine weitere Verbesserung des CSMA/CD-Schemas ist, eine Methode der Vermeidung von Zusammenstößen bzw. Kollisionen, CA (Collision Avoidance) genannt, aufzunehmen, so daß der unvermeidbare Zusammenstoß von Informationspaketen digitaler Daten und dessen Häufigkeit reduziert oder, falls Daten als Ergebnis eines Zusammenstoßes verlorengegangen sind, wiedergewonnen werden können.

Das CSMA/CD-CA-Verfahren benötigt keinerlei zentrale Koordination, so daß es für ein elektrisches Steuerungssystem für Haushalt und Gebäude, welches

relativ hohe Austauschraten digitaler Daten zur Informationsübermittlung zwischen weitverteilten, intelligenten Einrichtungen, wie die oben beschriebenen, benötigt, gut geeignet ist.

Jedoch ist in einem bandbreitenbeschränkten Netzwerk bei der Verwendung von beispielsweise eines Typs des oben beschriebenen Zweidraht-Mediums das CSMA/CD-Verfahren nicht notwendigerweise optimal für die schnelle Aufnahme von Information von einer großen Anzahl von Einrichtungen konfiguriert. Da die Kommunikation zwischen den Einrichtungen einzeln und während jedes solchen Kommunikations-Zeitabschnitts aufgebaut werden muß, kann zu jeder Zeit nur eine Einheit senden. Das CSMA/CD-Verfahren ist deshalb eine ineffiziente Methode für den Austausch von Statusinformationen zwischen einer Vielzahl von Einrichtungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Austauschprotokoll für digitale Daten bei der Verwendung in einem Kommunikations-Netzwerk im Datenpaketbetrieb für die Verbindung zwischen zwei oder mehr Steuereinrichtungen zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein gattungsgemäßes Austauschprotokoll für digitale Daten mit den im Anspruch 1 aufgeführten kennzeichnenden Merkmalen geschaffen wird.

Ein erfindungsgemäßes Austauschprotokoll für digitale Daten umfaßt die Verwendung eines Verfahrens zum Schutz davor, daß mehrere Sende-Einrichtungen in einem Netz gleichzeitig senden, welches CSMA/CD-Verfahren genannt wird und welches einen zusätzlichen Datenblock aufweist, welcher ausgelegt ist, einen Kommunikations-Zeitabschnitt des Zeitmultiplex-Verfahrens zu starten, in dessen Verlauf der Status jeder Einrichtung zu jeder anderen, an das Netzwerk angeschlossenen Einrichtung übermittelt werden kann.

In einem erfindungsgemäßen Austauschprotokoll für digitale Daten verwendet das CSMA/CD-Protokoll ein Verfahren zur Verhinderung von Zusammenstößen, welches CA genannt wird.

Bei einem erfindungsgemäßen Austauschprotokoll für digitale Daten werden während eines Kommunikations-Zeitabschnitts des Zeitmultiplex-Verfahrens die Zeitkanäle für jede Einrichtung durch einen einzigen Taktgeber, auf welchen das Netzwerk Bezug nimmt, synchronisiert.

Bei einem erfindungsgemäßen Austauschprotokoll für digitale Daten ist der Kommunikations-Zeitabschnitt des Zeitmultiplex-Verfahrens größer als die Ausbreitungsverzögerung zwischen Einrichtungen, welche, über das Netzwerk gemessen, physikalisch am weitesten voneinander getrennt sind.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

Fig. 1 eine grundlegende Auslegung einer Vielzahl in einem Netzwerk angeordneter Einrichtungen, welche durch ein Leitungspaar miteinander verbunden sind;

Fig. 2 ein Steuerungsdiagramm eines Übertragungsblocks digitaler Daten nach dem CSMA/CD-CA-Verfahren;

Fig. 3 einen initiierenden Datenübertragungsblock nach dem TDM-Verfahren für einen Datenblock nach dem CSMA/CD-CA-Verfahren und

Fig. 4 ein Schema eines Datenaustauschprotokolls nach dem TDM-Verfahren gemäß einer Ausgestaltungsform der Erfindung.

Eine große Vielfalt von Informations-, Steuer- und Verwaltungssysteme, welche Kommunikationsnetzwerke

im Datenpaketbetrieb mit Zweidraht-Versorgungs- und Kommunikations-Medien nutzbar machen, werden in einer ebenso großen Vielfalt von Anwendungen verwendet. Insbesondere werden Netzwerke im Datenpaketbetrieb sehr viel häufiger von der Bauindustrie bei Wohn-, Geschäfts- und Industriegebäuden verwendet, um Gebäude-, -Kontroll- und -Verwaltungssysteme zu unterhalten.

Leiterpaare sind typischerweise in neuen und schon bestehenden Gebäuden einfach verlegt und geschaltet und einfache, steckbare Leitungsanbindungen sind, wie in Fig. 1 bildlich dargestellt, an jedem Punkt entlang des Leiterpaares verbindbar. Die Leitungen 10 und 12 liefern das Medium für die Übertragung von Leistung und von Signalen zu den Einrichtungen 14, 16, 18 und 20, welche entlang der Leitungen 10 und 12 je nach Notwendigkeit verteilt sind.

In dieser Ausgestaltungsform kann das Austauschprotokoll für digitale Daten vorzugsweise vom CSMA/CD-CA-Typ sein, von welchem Fig. 2 einen typischen Datenübertragungsblock zeigt, wobei in diesem Beispiel der Kontrollblock null ist: CONTROL = 0. Falls nötig, kann jedoch ein spezieller Datenübertragungsblock, wie in Fig. 3 gezeigt, wo der Kontrollblock nicht identisch null ist, von jeder Einrichtung im Netzwerk ausgesandt werden, um einen TDM-Kommunikations-Zeitabschnitt zu starten.

Während des TDM-Zeitabschnitts können alle teilnehmenden Einrichtungen vorzugsweise durch diesen speziellen Datenübertragungsblock und/oder genauso durch einen synchronisierenden Taktgeber, welcher zu allen Zeiten auf dem Kommunikationsmedium vorhanden ist, synchronisiert werden. Der synchronisierende Taktgeber stellt ausschließlich einen zeitlichen Bezug her und kann deshalb durch eine "nichtintelligente" Takteinrichtung, welche irgendwo im Netzwerk lokalisiert ist, gegeben sein.

Vorzugsweise weist ein Kommunikationsprotokoll, welches das CSMA/CD- und/oder das CSMA/CD-CA-Verfahren mit einem startenden TDM-Datenübertragungsblock verwendet, in seiner Ausgestaltung eine vorbestimmte maximale Bandbreite und eine maximale physikalische Länge des Zweidraht-Kommunikationsmediums auf. Die Vorherbestimmung dieser beiden Charakteristika reduziert die Wahrscheinlichkeit und/oder das tatsächliche Eintreten von Fehlern bei der zeitlichen Abfolge, welche auftreten können, falls eins von beiden überschritten wird.

Weiterhin ist es für alle angeschlossenen Einrichtungen wünschenswert, daß diese mit dem empfangenen Datenübertragungsblock, welcher den TDM-Zeitabschnitt zum Austausch digitaler Daten startet, die TDM-Daten-Sende-Synchronisation aufrechterhalten.

Des weiteren ist es vorteilhaft, daß der startende Datenübertragungsblock der den TDM-Protokoll-Zeitabschnitt anfordernden Einrichtung ausreichend Information enthält, um den teilnehmenden Einrichtungen zu ermöglichen, geeignete Information innerhalb dieses TDM-Datenübertragungsblock-Zeitabschnitts beizubringen.

In dieser Ausgestaltungsform wird der TDM-Datenübertragungsblock-Zeitabschnitt typischerweise von allen Einrichtungen am Netzwerk verwendet, um Information von allen anderen gerade am Netzwerk arbeitenden Einrichtungen zu sammeln, wie das in Fig. 4 bildlich dargestellt ist. Der Typ von Information, die zur Verfügung gestellt werden kann, umfaßt den Status von einem, von allen Einrichtungen im Netzwerk, alternativ

dazu von Gruppen von Einrichtungen im Netzwerk oder gar die Existenz einer neu zum Netzwerk hinzugefügten Einrichtung. Eine Liste aller aktiven Einrichtungen kann entweder zentral bereitgehalten oder aber unter allen Einrichtungen verteilt sein. Das vereinfacht und unterstützt die Identifikation von laufender und möglicher Kommunikation und von Problemen der Einstellung zwischen den Einrichtungen.

Das Verwenden eines spezialisierten TDM-Datenübertragungsblock-Zeitabschnitts zum schnellen Austauschen von Information vorwiegend innerhalb eines CSMA/CD-CA-Protokolls gewährleistet, daß wichtige Information schnell und, wichtiger noch, effizient zwischen jeder Einrichtung ausgetauscht wird. Ein herkömmliches CSMA/CD-CA-Kommunikationsprotokoll unternimmt mehrfache, nicht notwendigerweise erfolgreiche Kommunikationsversuche, wenn der Austausch ähnlicher Informationen unter den Einrichtungen des Netzwerks benötigt wird, braucht länger und verwendet die manchmal knappe Bandbreite.

Da jeder Datenübertragungsblock des CSMA/CD-CA-Protokolls bei Eingang als korrekt empfangen bestätigt wird, wird sich der Status des an die Einrichtung angeschlossenen Gerätes oder der Last je nach Bedarf geändert haben. Folgerichtig wird Information, welche während irgendeines gleichzeitig gestarteten TDM-Datenübertragungsblocks gesammelt wurde, auch eine Änderung des Betriebsstatus der startenden oder sendenden Einrichtung bestätigen.

Diese vorzugsweise Verwendung eines TDM-Datenübertragungsblock-Zeitabschnitts in einem CSMA/CD-CA-Protokoll gewährleistet eine Verminderung der Anzahl von Wieder-Übertragungen, welche beim Austausch von Informationen nach einem CSMA/CD-CA-Protokoll typischerweise notwendig wären. Dies hat insbesondere Vorteile bei den typischerweise niedrigen Kommunikationsraten von Zweidraht-Kommunikationsmedien, welche in Gebäudeverwaltungs-Netzwerken verwendet werden.

Die Erfindung wurde anhand eines bestimmten Netzwerks im Paketbetrieb beschrieben, welches sowohl CSMA/CD-CA- als auch TDM-Kommunikationsprotokolle verwendet, um eine effiziente Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Bandbreite zu erreichen.

Jedoch ist der Durchschnittsfachmann gewahr, daß die Erfindung in ihrer Verwendung nicht auf die beschriebenen Anwendungen beschränkt ist und daß die Erfindung in ihrer vorzugsweisen Ausgestaltung weder in Bezug auf die besonderen Komponenten noch in Bezug auf die Konfiguration der Elemente des Protokolls, wie sie hier beschrieben sind, beschränkt ist. Es ist einzusehen, daß verschiedenste Modifikationen durchgeführt werden können, ohne von den Prinzipien der Erfindung abzuweichen, deshalb sollte die Erfindung so verstanden werden, daß sie all diese Modifikationen umfaßt.

Zusammengefaßt bezieht sich daher die Erfindung auf ein elektrisches Verwaltungs- und Management-System für Haushalt und Gebäude und insbesondere auf ein für den Gebrauch in solchen Systemen geeignetes Kommunikationsprotokoll.

Ein typisches elektrisches Steuersystem für Haushalts- und Gebäudeinstallationen umfaßt eine Vielzahl von Einrichtungen, welche für Steuerschalter, Steckdosen und elektrische Lasten verschiedenen Typs ausgelegt sind. Ein Kontrollsystem in solch einer Installation umfaßt ein oder mehrere Sende-Empfangs-Einrichtungen von geringer Leistungsaufnahme, welche mit einem oder mehreren der obengenannten elektrischen Ele-

mente zugeordnet sind, wobei die Sende-Empfänger typischerweise über ein Kommunikationsmedium parallel verbunden sind.

Netzwerke im Datenpaketbetrieb werden besonders häufig von der Bauindustrie bei Wohn-, Geschäfts- und Industriegebäuden verwendet, um Gebäude-, Steuer- und Verwaltungssysteme zu unterstützen. Leiterpaare sind dabei typischerweise einfach in neuen und bereits bestehenden Gebäuden verlegt und verbunden und einfache Leitungsanbindungen sind an jeden Punkt entlang des Leiterpaares anschließbar.

Die hier offenbarte Erfindung umfaßt ein Austauschprotokoll für digitale Daten für die Verwendung in einem Kommunikationsnetzwerk im Datenpaketbetrieb für die Verbindung von zwei oder mehr Steuereinrichtungen, welches die Verwendung eines Verfahrens zum Schutz davor, daß mehrere Sendeeinrichtungen in einem Netz gleichzeitig senden, CSMA/CD-Verfahren genannt, im Datenpaketbetrieb umfaßt, welches einen zusätzlichen Datenübertragungsblock im Paket enthält, um einen Zeitmultiplex-Kommunikations-Zeitabschnitt zu starten, in welchem der Status einer jeden Einrichtung zu jeder anderen im Netzwerk verbundenen Einrichtung übermittelt werden kann.

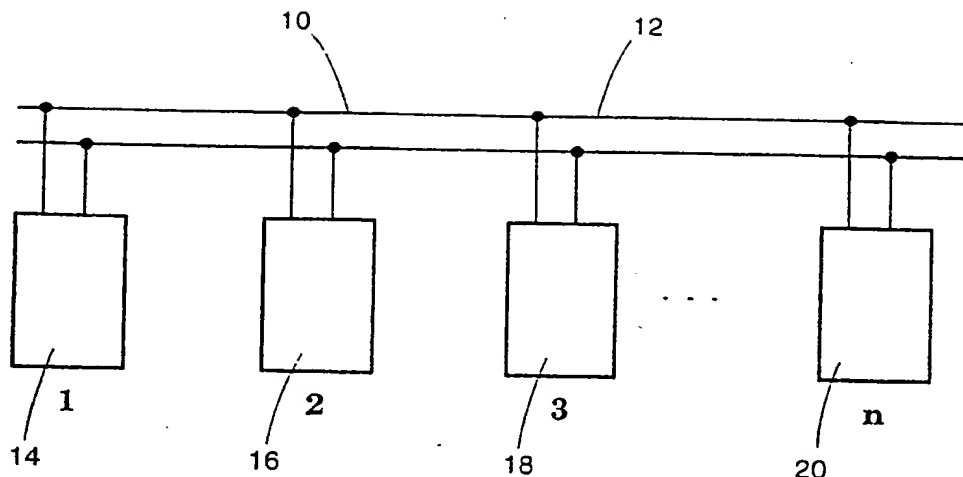
Das Austauschprotokoll digitaler Daten kann ein CSMA/CD-Protokoll mit einem Verfahren zur Zusammenstoßvermeidung, CA-Verfahren genannt, verwenden. Das Austauschprotokoll für digitale Daten ist dergestalt, daß der Zeitmultiplex-Kommunikations-Zeitabschnitt größer ist als die Ausbreitungsverzögerung zwischen den Einrichtungen, welche, über das Netzwerk gemessen, am weitesten voneinander entfernt sind.

#### Patentansprüche

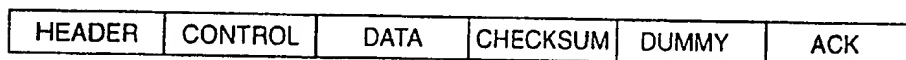
1. Austauschprotokoll für digitale Daten zur Verwendung in einem Kommunikationsnetzwerk im Paketbetrieb zur Verbindung zwischen zwei oder mehr Steuereinrichtungen, dadurch gekennzeichnet, daß ein CSMA/CD-Datenpaketbetrieb-Protokoll (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) verwendet wird, welches einen zusätzlichen Datenübertragungsblock aufweist, welcher ausgelegt ist, einen Zeitmultiplex-Kommunikations-Zeitabschnitt zu starten, in welchem der Status einer jeden Steuereinrichtung zu jeder anderen, im Netzwerk verbundenen Steuereinrichtung übermittelbar ist.
2. Austauschprotokoll für digitale Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das CSMA/CD-Protokoll auch ein Kollisions-Vermeidungssystem (CA, Collision Avoidance) verwendet.
3. Austauschprotokoll für digitale Daten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des Zeitmultiplex-Kommunikations-Zeitabschnitts die Zeitkanäle für jede Steuereinrichtung durch einen einzigen Taktgeber, auf welchen sich das Netzwerk bezieht, synchronisierbar sind.
4. Austauschprotokoll für digitale Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitmultiplex-Kommunikations-Zeitabschnitt größer ist als die Ausbreitungsverzögerung zwischen Steuereinrichtungen, welche, über das Netzwerk gemessen, physikalisch am weitesten voneinander entfernt sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

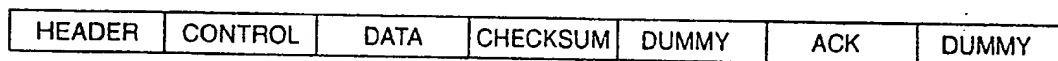
- Leerseite -



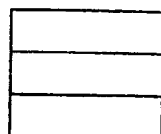
FIGUR 1



FIGUR 2



FIGUR 3



Daten von der Einrichtung mit Adresse 0  
Daten von der Einrichtung mit Adresse 1  
Daten von der Einrichtung mit Adresse 2

...



Daten von der Einrichtung mit Adress 225

Daten können jedes Format, wie in der Steuerinformation des Headers des startenden Datenübertragungsblocks definiert, aufweisen.

FIGUR 4